

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-271609

(P2001-271609A)

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード(参考)

F 0 1 K 23/10

F 0 1 K 23/10

P

23/06

23/06

P

F 0 2 G 5/02

F 0 2 G 5/02

B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-2593(P2001-2593)

(22)出願日 平成13年1月10日(2001.1.10)

(31)優先権主張番号 特願2000-13953(P2000-13953)

(32)優先日 平成12年1月18日(2000.1.18)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 遠藤 恒雄

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72)発明者 小松 晴彦

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74)代理人 100071870

弁理士 落合 健 (外1名)

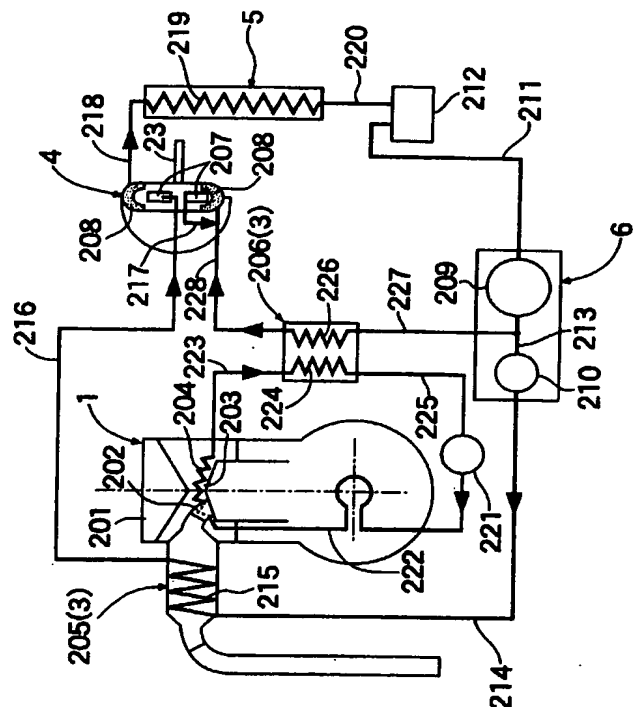
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の廃熱回収装置

(57)【要約】

【課題】 運転により内燃機関に生じる2つの昇温部から、それぞれ十分に廃熱を回収する。

【解決手段】 内燃機関1は、その運転によって第1および第2昇温部202、204を生じる。昇温程度は第1昇温部202の方が第2昇温部204よりも高い。蒸発手段3の第1蒸発部205は第1昇温部202を利用して温度上昇を図られた第1の蒸気を発生する。その第2蒸発部206は第2昇温部204を利用して温度上昇を図られると共に第1の蒸気よりも低圧の第2の蒸気を発生する。容積型膨脹機4の第1エネルギー変換部207は第1の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換する。その第2エネルギー変換部208は第2の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換する。両機械エネルギーは統合して出力される。凝縮器5は、圧力降下した第1、第2の蒸気を液化する。供給ポンプ6は凝縮器5からの液体を第1および第2蒸発部205、206にそれぞれ加圧供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 運転によって、少なくとも2つの第1および第2昇温部（202，203）を生じ、且つそれらの昇温程度は前記第1昇温部（202）の方が前記第2昇温部（203）よりも高い、といった内燃機関（1）の廃熱を回収すべく、ランキンサイクルを適用した廃熱回収装置であって、少なくとも2つの第1および第2蒸発部（205，206）を有し、且つその第1蒸発部（205）は前記第1昇温部（202）を利用して温度上昇を図られた第1の蒸気を発生し、一方、前記第2蒸発部（206）は前記第2昇温部（203）を利用して温度上昇を図られると共に前記第1の蒸気よりも低圧の第2の蒸気を発生する蒸発手段（3）と、少なくとも2つの第1および第2エネルギー変換部（207，208）を有し、且つその第1エネルギー変換部（207）は前記第1蒸発部（205）から導入された前記第1の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、一方、前記第2エネルギー変換部（208）は前記第2蒸発部（206）から導入された前記第2の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、且つそれら両機械エネルギーを統合して出力する膨脹機（4）と、その膨脹機（4）から排出される、前記変換後の圧力低下した前記第1，第2の蒸気を液化する凝縮器（5）と、その凝縮器（5）からの液体を前記第1および第2蒸発部（205，206）にそれぞれ供給する供給ポンプ（6）とを備えていることを特徴とする内燃機関の廃熱回収装置。

【請求項2】 運転によって、少なくとも2つの第1および第2昇温部（202，203）を生じ、且つそれらの昇温程度は前記第1昇温部（202）の方が前記第2昇温部（203）よりも高い、といった内燃機関（1）の廃熱を回収すべく、ランキンサイクルを適用した廃熱回収装置であって、少なくとも2つの第1および第2蒸発部（205，206）を有し、且つその第1蒸発部（205）は前記第1昇温部（202）を利用して温度上昇を図られた第1の蒸気を発生し、一方、前記第2蒸発部（206）は前記第2昇温部（203）を利用して温度上昇を図られると共に前記第1の蒸気よりも低圧の第2の蒸気を発生する蒸発手段（3）と、少なくとも2つの第1および第2エネルギー変換部（207，208）を有し、且つその第1エネルギー変換部（207）は前記第1蒸発部（205）から導入された前記第1の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、一方、前記第2エネルギー変換部（208）は前記第2蒸発部（206）から導入された前記第2の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、且つそれら両機械エネルギーを統合して出力する容積型膨脹機（4）と、その容積型膨脹機（4）から排出される、前記変換後の圧力低下した前記第1，第2の蒸気を液化する凝縮器（5）と、その凝縮器（5）からの液体を前記第1および第2蒸発部（205，206）にそれぞれ供給する供給ポンプ（6）とを

備えていることを特徴とする内燃機関の廃熱回収装置。

【請求項3】 前記膨脹機（4）の前記第2エネルギー変換部（208）は、前記第1蒸発部（205）から導入されて前記変換を受けた後の圧力低下した第1の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換する機能を有する、請求項1または2記載の内燃機関の廃熱回収装置。

【請求項4】 前記第1の蒸気の膨脹比を、その降圧蒸気の圧力が前記第2の蒸気の圧力と一致するように設定した、請求項3記載の内燃機関の廃熱回収装置。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の廃熱回収装置、特に、運転によって、少なくとも2つの第1および第2昇温部を生じ、且つそれらの昇温程度は前記第1昇温部の方が前記第2昇温部よりも高い、といった内燃機関の廃熱を回収すべく、ランキンサイクルを適用した廃熱回収装置に関する。

【0002】

20 【従来の技術】従来、この種の廃熱回収装置としては、特開平6-88523号公報に記載されたものが公知である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来のものは、内燃機関の排気ポート冷却後の昇温冷却水を、排気管に設けられた加熱器に導入して蒸気を発生させるようにしているので、加熱器においては昇温冷却水の温度未満の排気ガス保有熱は回収されることなく捨てられており、したがって廃熱回収率が低い、という問題があった。

30 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、運転により内燃機関に生じる少なくとも2つの昇温部から、それぞれ十分に廃熱を回収し、またそれら回収された熱エネルギーを効率良く機械エネルギーに変換し、さらにそれら機械エネルギーを統合して出力し得るようにした前記廃熱回収装置を提供することを目的とする。

40 【0005】前記目的を達成するため本発明によれば、運転によって、少なくとも2つの第1および第2昇温部を生じ、且つそれらの昇温程度は前記第1昇温部の方が前記第2昇温部よりも高い、といった内燃機関の廃熱を回収すべく、ランキンサイクルを適用した廃熱回収装置であって、少なくとも2つの第1および第2蒸発部を有し、且つその第1蒸発部は前記第1昇温部を利用して温度上昇を図られた第1の蒸気を発生し、一方、前記第2蒸発部は前記第2昇温部を利用して温度上昇を図られると共に前記第1の蒸気よりも低圧の第2の蒸気を発生する蒸発手段と、少なくとも2つの第1および第2エネルギー変換部を有し、且つその第1エネルギー変換部は前記第1蒸発部から導入された前記第1の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、一方、前記第2エネルギー変換

部は前記第2蒸発部から導入された前記第2の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、且つそれら両機械エネルギーを統合して出力する膨脹機と、その膨脹機から排出される、前記変換後の圧力低下した前記第1、第2の蒸気を液化する凝縮器と、その凝縮器からの液体を前記第1および第2蒸発部にそれぞれ供給する供給ポンプとを備えている内燃機関の廃熱回収装置が提供される。

【0006】前記のように構成すると、内燃機関の各昇温部から十分に廃熱を回収し、それらの統合によって比較的大きな出力を得ることができる。この場合の膨脹機は容積型、非容積型の何れでもよい。

【0007】また本発明によれば、運転によって、少なくとも2つの第1および第2昇温部を生じ、且つそれらの昇温程度は前記第1昇温部の方が前記第2昇温部よりも高い、といった内燃機関の廃熱を回収すべく、ランキンサイクルを適用した廃熱回収装置であって、少なくとも2つの第1および第2蒸発部を有し、且つその第1蒸発部は前記第1昇温部を利用して温度上昇を図られた第1の蒸気を発生し、一方、前記第2蒸発部は前記第2昇温部を利用して温度上昇を図られると共に前記第1の蒸気よりも低圧の第2の蒸気を発生する蒸発手段と、少なくとも2つの第1および第2エネルギー変換部を有し、且つその第1エネルギー変換部は前記第1蒸発部から導入された前記第1の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、一方、前記第2エネルギー変換部は前記第2蒸発部から導入された前記第2の蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換し、且つそれら両機械エネルギーを統合して出力する容積型膨脹機と、その容積型膨脹機から排出される、前記変換後の圧力低下した前記第1、第2の蒸気を液化する凝縮器と、その凝縮器からの液体を前記第1および第2蒸発部にそれぞれ供給する供給ポンプとを備えている、内燃機関の廃熱回収装置が提供される。

【0008】前記のように構成すると前記と同様の作用効果を得ることができる。さらにまた膨脹機が容積型である場合、その容積型膨脹機は定格運転領域が広いので、内燃機関の第1、第2昇温部の温度変化に伴い第1、2エネルギー変換部における蒸気の流量が変化しても、それら蒸気の流量に比例して広範囲な回転域で高効率に作動し、第1、第2エネルギー変換部の両機械エネルギーを統合して高効率に出力する。一方、非容積型膨脹機は定格運転領域が狭いので、その膨脹機を蒸気の流量変化に追従させて、広範囲な回転域にて高効率に作動させることは難しい。そこで、非容積型膨脹機を高効率に作動させるためには蒸気の流量を定格運転領域に適合させた範囲に制御するものである。これらの点を勘案すると、膨脹機としては容積型が好適である、と言える。

【0009】

【発明の実施の形態】図1において、ランキンサイクルを適用した、内燃機関1の廃熱回収装置2は、内燃機関1の廃熱を熱源として、温度上昇を図られた蒸気、つま

り昇温蒸気を発生する蒸発手段3と、その昇温蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換して出力する膨脹機としての容積型膨脹機4と、その容積型膨脹機4から排出される、前記変換後の、温度および圧力が低下した蒸気、つまり降温降圧蒸気を液化する凝縮器5と、凝縮器5からの液体、例えば水を蒸発手段3に加圧供給する供給ポンプ6とを有する。

【0010】図2において、内燃機関1は、その運転によって、少なくとも2つ、実施例では2つの第1および第2昇温部を生じる。それらの昇温程度は第1昇温部の方が第2昇温部よりも高い。この実施例では、第1昇温部としてシリンダヘッド201の排気ポート202が選定され、また第2昇温部としてはシリンダヘッド201における燃焼室形成壁部203が選定されており、そこには冷却オイル通路204が存する。第1昇温部としては排気マニホールドを用いることも可能である。

【0011】図3は、ランキンサイクルの蒸発手段3における蒸気導出口の温度と熱効率との関係を示す。図3より、前記温度が高ければ高い程、熱効率が上昇することが明らかである。したがって、第1および第2昇温部としては、内燃機関1からの廃熱の回収し易さも考慮して、前記二箇所を選定した。

【0012】蒸発手段3は、少なくとも2つ、実施例では2つの第1および第2蒸発部205、206を有する。第1蒸発部205は、その入口側を排気ポート202内に位置させることにより排気ポート202の排気ガスを利用して温度上昇を図られた第1の蒸気、つまり第1の昇温蒸気を発生する。一方、第2蒸発部206は冷却オイル通路204を経た昇温オイルを利用して熱交換を行うことにより温度上昇を図られると共に第1の昇温蒸気よりも温度および圧力が低い第2の蒸気、つまり第2の昇温蒸気を発生する。

【0013】容積型膨脹機4の詳細な構造については後述するが、その膨脹機4は、少なくとも2つ、実施例では2つの第1および第2エネルギー変換部207、208を有する。その第1エネルギー変換部207はピストンおよびベーンポンプ構造を有するもので、第1蒸発部205から導入された第1の昇温蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換する。一方、第2エネルギー変換部208は前記ベーンポンプ構造を共用するもので、第1蒸発部205から導入されて前記変換を受けた後の温度および圧力が低下した第1の蒸気、つまり降温降圧蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換する機能を有すると共に第2蒸発部206から導入された第2の昇温蒸気の膨脹エネルギーを機械エネルギーに変換する機能を有する。実施例では第1の昇温蒸気による降温降圧蒸気に、第2の昇温蒸気が合流され、これにより第1の昇温蒸気、その降温降圧蒸気および第2の昇温蒸気による機械エネルギーが統合されて膨脹機4からその出力軸23の回転エネルギーとして出力されるようになっている。

【0014】供給ポンプ6は、第1ポンプ部209と、その第1ポンプ部209の吐出圧を上昇させる昇圧用第2ポンプ部210とを有する。第1ポンプ部209の吸込み口は、導管211を介して凝縮器5に付設された水タンク212に接続され、その吐出口は第2ポンプ部210の吸込み口に導管213を介して接続される。第2ポンプ部210の吐出口は導管214を介して第1蒸発部205における蒸気発生管215の水導入口に接続されてその吐出圧が第1の昇温蒸気の圧力として設定され、その蒸気導出口は導管216を介して膨脹機4における第1エネルギー変換部207の蒸気導入側に接続される。

【0015】第1エネルギー変換部207の蒸気導出側は、膨脹機4内の蒸気通路217を経て第2エネルギー変換部208の蒸気導入側に接続され、その蒸気導出側は導管218を介して凝縮器5における冷却通路219の蒸気導入側に接続される。冷却通路219の排水側は導管220を介して水タンク212に接続される。

【0016】オイルポンプ221の吐出口は、内燃機関1の潤滑通路222を介して冷却オイル通路204のオイル導入口に接続され、その冷却オイル通路204のオイル導出口は導管223を介して第2蒸発部206における熱交換用オイル管224の導入口に接続される。オイル管224の導出口は導管225を介してオイルポンプ211の吸込み口に接続される。

【0017】第1および第2ポンプ部209、210間の導管213に、第2蒸発部206における蒸気発生管226の水導入口が導管227を介して接続され、その蒸気発生管226の蒸気導出口が導管228を介して膨脹機4の第1および第2エネルギー変換部207、208間の蒸気通路217に接続される。

【0018】前記構成において、内燃機関1を運転すると共にオイルポンプ221を駆動し、また供給ポンプ6を駆動して第1および第2ポンプ部209、210による吐出圧の高い圧力水を第1蒸発部205に供給すると、そこで第1の昇温蒸気が発生する。この場合、第1の昇温蒸気の圧力は、第2ポンプ部210の吐出圧に設定される。第1の昇温蒸気は膨脹機4の第1エネルギー変換部207に導入されて、その膨脹エネルギーが機械エネルギーに変換され、その変換後の降温降圧蒸気は第2エネルギー変換部208に導入される。

【0019】一方、第1ポンプ部209による、前記吐出圧よりも低い吐出圧の圧力水を第2蒸発部206に供給すると、そこで第2の昇温蒸気が発生する。この場合、第2の昇温蒸気の圧力は第1ポンプ部209の吐出圧に設定される。第2の昇温蒸気は膨脹機4の第2エネルギー変換部208に導入され、これにより前記降温降圧蒸気と第2の昇温蒸気とが合流して、それらの膨脹エネルギーが機械エネルギーに変換され、それら第1の昇温蒸気、その降温降圧蒸気、および第2の昇温蒸気による機

械エネルギーの統合エネルギーが、膨脹機4における出力軸23の回転エネルギーとして出力される。

【0020】前記のように、昇温程度の高い第1蒸発部205に高吐出圧の圧力水を供給すると、第1蒸発部205において排気ガスの保有熱を効率良く回収することができる。一方、昇温程度が第1蒸発部205よりも低い第2蒸発部206には前記圧力水よりも吐出圧が低い圧力水を供給するので、第2蒸発部206において、燃焼室形成壁部203を冷却して昇温したオイルの保有熱を十分に回収することができる。この場合、第2蒸発部206への圧力水を第1および第2ポンプ部209、210間から取出すようにしたので、その圧力水の圧力を第1ポンプ部209の吐出圧とし、これにより、例えば高圧ポンプの吐出圧を絞りをを用いて減圧する際に生じるポンプ損失を低減することができる。

【0021】また膨脹機4によって、第1および第2蒸発部205、206で回収された熱エネルギー、したがって膨脹エネルギーを効率良く機械エネルギーに変換し、しかも第1の昇温蒸気からは2度に亘って前記変換を行い、最終的にそれら機械エネルギーを統合して出力するようにしたので、大きな出力を得ることができる。例えば、第1および第2蒸発部205、206を併用すると、第1蒸発部205のみを用いた場合に比べて出力を約12%向上させることが可能である。

【0022】また容積型膨脹機4から取出せる出力は、その膨脹機4における蒸気の流量に比例することから、第1の昇温蒸気の膨脹比を、その降温降圧蒸気の圧力が第2の昇温蒸気のそれと一致するように設定することによって、第2エネルギー変換部208における蒸気の総流量を増して最も有効に出力を取出すことができる。

【0023】図4に示す実施例においては、図2の冷却オイル通路204が、第2蒸発部206として機能する冷却水通路に代えられており、その水導入口が導管230を介し第1および第2ポンプ部209、210間の導管213に接続され、またその第2蒸発部206の蒸気導出口が導管231を介して膨脹機4の蒸気通路217に接続される。その他の構成は図2の実施例と同じであり、したがって図2、4において同一符号は同一構成部分を示す。

【0024】前記容積型膨脹機4は次のように構成される。

【0025】図5～図8において、ケーシング7は金属製第1、第2半体8、9より構成される。両半体8、9は、略楕円形の凹部10を有する主体11と、それら主体11と一体の円形フランジ12とよりなり、両円形フランジ12を金属ガスケット13を介し重ね合わせることで略楕円形のロータチャンバ14が形成される。また第1半体8の主体11外面は、シェル形部材15の深い鉢形をなす主体16により覆われており、その主体16と一体の円形フランジ17が第1半体8の円形フラ

ンジ12にガasket18を介して重ね合せられ、3つの円形フランジ12、12、17は、それらの円周方向複数箇所においてボルト19によって締結される。これにより、シェル形部材15および第1半体8の両主体11、16間には中継チャンバ20が形成される。

【0026】両半体8、9の主体11は、それらの外面に外方へ突出する中空軸受筒21、22を有し、それら中空軸受筒21、22に、ロータチャンバ14を貫通する中空の出力軸23の大径部24が軸受メタル（または樹脂製軸受）25を介して回転可能に支持される。これにより出力軸23の軸線Lは略楕円形をなすロータチャンバ14における長径と短径との交点を通る。また出力軸23の小径部26は、第2半体9の中空軸受筒22に存する孔部27から外部に突出して伝動軸28とスプライン結合29を介して連結される。小径部26および孔部27間は2つのシールリング30によりシールされる。

【0027】ロータチャンバ14内に円形のロータ31が収容され、その中心の軸取付孔32と出力軸23の大径部24とが嵌合関係にあって、両者31、24間にはかみ合い結合部33が設けられている。これによりロータ31の回転軸線は出力軸23の軸線Lと合致するので、その回転軸線の符号として「L」を共用する。

【0028】ロータ31に、その回転軸線Lを中心に軸取付孔32から放射状に延びる複数、この実施例では12個のスロット状空間34が円周上等間隔に形成されている。各空間34は、円周方向幅が狭く、且つロータ31の両端面35および外周面36に一連に開口するように、両端面35に直交する仮想平面内において略U字形をなす。

【0029】各スロット状空間34内に、同一構造の第1～第12ペーンピストンユニットU1～U12が、次のように放射方向に往復動自在に装着される。略U字形の空間34において、その内周側を区画する部分37に段付孔38が形成され、その段付孔38に、セラミック（例えばカーボン）よりなる段付形シリンダ部材39が嵌入される。シリンダ部材39の小径部a端面は出力軸23の大径部24外周面に当接し、その小径孔bが大径部24外周面に開口する通孔cに連通する。またシリンダ部材39の外側に、その部材39と同軸上に位置するようにガイド筒40が配置される。そのガイド筒40の外端部は、ロータ31外周面に存する空間34の開口部に係止され、また内端部は段付孔38の大径孔dに嵌入されてシリンダ部材39に当接する。またガイド筒40は、その外端部から内端部近傍まで相対向して延びる一対の長溝eを有し、両長溝eは空間34に面する。シリンダ部材39の大径シリンダ孔f内にセラミックよりなるピストン41が摺動自在に嵌合され、そのピストン41の先端部側は常時ガイド筒40内に位置する。

【0030】図5および図9に示すように、ロータ31

の回転軸線Lを含む仮想平面A内におけるロータチャンバ14の断面Bは、直径gを相互に対向させた一対の半円形断面部B1と、両半円形断面部B1の両直径gの一方の対向端相互および他方の対向端相互をそれぞれ結んで形成される四角形断面部B2とよりなり、略競技用トラック形をなす。図9において、実線示の部分が長径を含む最大断面を示し、一方、一部を2点鎖線で示した部分が短径を含む最小断面を示す。ロータ31は、図9に点線で示したように、ロータチャンバ14の短径を含む最小断面よりも若干小さな断面Dを有する。

【0031】図5および図10～図13に明示するように、ペーン42は略U字板形（馬蹄形）をなすペーン本体43と、そのペーン本体43に装着された略U字板形をなすシール部材44と、ペーンスプリング58とより構成される。

【0032】ペーン本体43は、ロータチャンバ14の半円形断面部B1による内周面45に対応した半円弧状部46と、四角形断面部B2による対向内端面47に対応した一対の平行部48とを有する。各平行部48の端部側にコ字形の切欠き49と、それらの底面に開口する四角形の盲孔50と、各切欠き49よりも、さらに端部側に在って外方へ突出する短軸51とが設けられる。また半円弧状部46および両平行部48の外周部分に、外方に向って開口するU字溝52が一連に形成され、そのU字溝52の両端部は両切欠き49にそれぞれ連通する。さらに半円弧状部46の両平面部分にそれぞれ欠円形断面の一対の突条53が設けられている。両突条53は、それらによる仮想円柱の軸線L1が、両平行部48間の間隔を2等分し、且つ半円弧状部46を周方向に2等分する直線に一致するように配置されている。また両突条53の内端部は両平行部48間の空間に僅か突出している。

【0033】シール部材44は、例えばPTFEより構成されたもので、ロータチャンバ14の半円形断面部B1による内周面45を摺動する半円弧状部55と、四角形断面部B2による対向内端面47を摺動する一対の平行部56とを有する。また半円弧状部55の内周面側に一対の弾性爪57が、内方へ反るように設けられている。

【0034】ペーン本体43のU字溝52にシール部材44が装着され、また各盲孔50にペーンスプリング58が嵌め込まれ、さらに各短軸51にボールベアリング構造のローラ59が取付けられる。各ペーン42はロータ31の各スロット状空間34に摺動自在に収められており、その際、ペーン本体43の両突条53はガイド筒40内に、また両突条53の両側部分はガイド筒40の両長溝e内にそれぞれ位置し、これにより両突条53の内端面がピストン41の外端面と当接することができる。両ローラ59は第1、第2半体8、9の対向内端面47に形成された略楕円形の環状溝60にそれぞれ転動

自在に係合される。これら環状溝 6 0 およびロータチャンバ 1 4 間の距離はそれら 6 0, 1 4 の全周に亘り一定である。またピストン 4 1 の前進運動を、ベーン 4 2 を介してローラ 5 9 と環状溝 6 0 との係合によりロータ 3 1 の回転運動に変換する。

【0 0 3 5】このローラ 5 9 と環状溝 6 0 との協働で、図 8 に明示するように、ベーン本体 4 3 の半円弧状部 4 6 における半円弧状先端面 6 1 はロータチャンバ 1 4 の内周面 4 5 から、また両平行部 4 8 はロータチャンバ 1 4 の対向内端面からそれぞれ常時離間し、これによりフリクションロスの軽減が図られている。そして、2 条一対で構成されている環状溝 6 0 により軌道を規制されるため、左右の軌道誤差によりローラ 5 9 を介してベーン 4 2 は軸方向に微小変位角の回転を生じ、ロータチャンバ 1 4 の内周面 4 5 との接触圧力を増大させる。このとき、略 U 字板形（馬蹄形）をなすベーン本体 4 3 では、方形（長方形）ベーンに比べてケーシング 7 との接触部の径方向長さが短いので、その変位量を大幅に小さくできる。また図 5 に明示するように、シール部材 4 4 において、その両平行部 5 6 はベーンスプリング 5 8 の弾発力によりロータチャンバ 1 4 の対向内端面 4 7 に密着し、特に両平行部 5 6 の端部とベーン 4 2 間を通しての環状溝 6 0 へのシール作用を行う。また半円弧状部 5 5 は、両弾性爪 5 7 がベーン本体 4 3 およびロータチャンバ 1 4 内の内周面 4 5 間で押圧されることによって、その内周面 4 5 に密着する。即ち、方形（長方形）ベーンに対し略 U 字板形のベーン 4 2 の方が変曲点を持たないので、密着が良好となる。方形ベーンは角部があり、シール性維持は困難となる。これによりベーン 4 2 およびロータチャンバ 1 4 間のシール性が良好となる。さらに熱膨脹にともない、ベーン 4 2 とロータチャンバ 1 4 は変形する。このとき方形ベーンに対し略 U 字形のベーン 4 2 は、より均一に相似形を持って変形するため、ベーン 4 2 とロータチャンバ 1 4 とのクリアランスのバラツキが少なく、シール性も良好に維持可能となる。

【0 0 3 6】図 5 および図 6 において、出力軸 2 3 の大径部 2 4 は第 2 半体 9 の軸受メタル 2 5 に支持された厚肉部分 6 2 と、その厚肉部分 6 2 から延びて第 1 半体 8 の軸受メタル 2 5 に支持された薄肉部分 6 3 とを有する。その薄肉部分 6 3 内にセラミック（または金属）よりなる中空軸 6 4 が、出力軸 2 3 と一体に回転し得るように嵌着される。その中空軸 6 4 の内側に固定軸 6 5 が配置され、その固定軸 6 5 は、ロータ 3 1 の軸線方向厚さ内に収まるように中空軸 6 4 に嵌合された大径中実部 6 6 と、出力軸 2 3 の厚肉部分 6 2 に存する孔部 6 7 に 2 つのシールリング 6 8 を介して嵌合された小径中実部 6 9 と、大径中実部 6 6 から延びて中空軸 6 4 内に嵌合された薄肉の中空部 7 0 とよりなる。その中空部 7 0 の端部外周面と第 1 半体 8 の中空軸受筒 2 1 内周面との間にシールリング 7 1 が介在される。

【0 0 3 7】シェル形部材 1 5 の主体 1 6 において、その中心部内面に、出力軸 2 3 と同軸上に在る中空筒体 7 2 の端壁 7 3 がシールリング 7 4 を介して取付けられる。その端壁 7 3 の外周部から内方へ延びる短い外筒部 7 5 の内端側は第 1 半体 8 の中空軸受筒 2 1 に連結筒 7 6 を介して連結される。端壁 7 3 に、それを貫通するように小径で、且つ長い内管部 7 7 が設けられ、その内管部 7 7 の内端側は、そこから突出する短い中空接続管 7 8 と共に固定軸 6 5 の大径中実部 6 6 に存する段付孔 h に嵌着される。内管部 7 7 の外端部分はシェル形部材 1 5 の孔部 7 9 から外方へ突出し、その外端部分から内管部 7 7 内に挿通された第 1 の昇温蒸気用導入管 8 0 の内端側が中空接続管 7 8 内に嵌着される。内管部 7 7 の外端部分にはキャップ部材 8 1 が螺着され、そのキャップ部材 8 1 によって、導入管 8 0 を保持するホルダ筒 8 2 のフランジ 8 3 が内管部 7 7 の外端面にシールリング 8 4 を介して圧着される。

【0 0 3 8】図 2, 図 6 に示すように、導入管 8 0 に第 1 蒸発部 2 0 5 の蒸気導出口が導管 2 1 6 を介して接続される。また図 2, 5 に示すように、シェル形部材 1 5 の主体 1 6 に通孔 2 3 2 が形成されており、その通孔 2 3 2 に第 2 蒸発部 2 0 6 の蒸気導出口が導管 2 2 8 を介して接続される。

【0 0 3 9】図 5 ～図 7 および図 1 4 に示すように、固定軸 6 5 の大径中実部 6 6 内に回転バルブ V₁ が設けられ、そのバルブ V₁ は、所定のタイミングで、各シリンダ部材 3 9 に蒸気を供給し、また各シリンダ部材 3 9 から蒸気を排出させる機能を有する。即ち、第 1 ～第 1 2 ベーンピストンユニット U 1 ～U 1 2 のシリンダ部材 3 9 に、第 1 の昇温蒸気が中空軸 6 4 および出力軸 2 3 に一連に形成された複数、この実施例では 1 2 個の通孔 c を介して供給され、またシリンダ部材 3 9 から膨脹後の第 1 の降温降圧蒸気が通孔 c を介して排出されるのである。

【0 0 4 0】その回転バルブ V₁ の構成は次の通りである。図 1 4 に明示するように、大径中実部 6 6 内において、中空接続管 7 8 に連通する空間 8 5 から互に反対方向に延びる第 1, 第 2 孔部 8 6, 8 7 が形成され、第 1, 第 2 孔部 8 6, 8 7 は大径中実部 6 6 の外周面に開口する第 1, 第 2 凹部 8 8, 8 9 の底面に開口する。第 1, 第 2 凹部 8 8, 8 9 に、供給口 9 0, 9 1 を有するカーボン製第 1, 第 2 シールブロック 9 2, 9 3 が装着され、それらの外周面は中空軸 6 4 内周面に摺擦する。第 1, 第 2 孔部 8 6, 8 7 内には同軸上に在る短い第 1, 第 2 供給管 9 4, 9 5 が遊挿され、第 1, 第 2 供給管 9 4, 9 5 の先端側外周面に嵌合した第 1, 第 2 シール筒 9 6, 9 7 のテーパ外周面 l, j が第 1, 第 2 シールブロック 9 2, 9 3 の供給口 9 0, 9 1 よりも内側に在ってそれに連なるテーパ孔 k, m 内周面に嵌合する。また大径中実部 6 6 に、第 1, 第 2 供給管 9 4, 9 5 を

圍繞する第1、第2環状凹部n、oと、それに隣接する第1、第2盲孔状凹部p、qとが第1、第2シールブロック92、93に臨むように形成され、第1、第2環状凹部n、oには第1、第2ペローズ状弾性体98、99が、また第1、第2盲孔状凹部p、qには第1、第2コイルスプリング100、101がそれぞれ収められ、第1、第2ペローズ状弾性体98、99および第1、第2コイルスプリング100、101の弾発力で第1、第2シールブロック92、93を中空軸64内周面に押圧する。

【0041】また大径中実部66において、第1コイルスプリング100および第2ペローズ状弾性体99間ならび第2コイルスプリング101および第1ペローズ状弾性体98間に、常時2つの通孔cに連通する第1、第2凹状排出部102、103と、それら排出部102、103から導入管80と平行に延びて固定軸65の中空部r内に開口する第1、第2排出孔104、105とが形成されている。

【0042】これら第1シールブロック92と第2シールブロック93といったように、同種部材であって、
「第1」の文字を付されたものと「第2」の文字を付されたものとは、固定軸65の軸線に関して点対称の関係にある。

【0043】固定軸65の中空部r内および中空筒体72の外筒部75内は第1の降温降圧蒸気の通路sであり、その通路sは、外筒部75の周壁を貫通する複数の通孔tを介して中継チャンバ20に連通する。

【0044】以上のように回転バルブV₁を膨脹機4の中心に配置し、回転バルブV₁の中心に配置した固定軸65の内部を通して供給した第1の昇温蒸気をロータ31の回転に伴って各シリンダ部材39に配分しているので、通常のピストン機構に使用される吸排気バルブが不要になって構造が簡略化される。また回転バルブV₁は固定軸65と中空軸64とが周速が小さい小径部で相互に摺動するため、シール性および耐摩耗性を両立させることができる。

【0045】図5および図8に示すように、第1半体8の主体11外周部において、ロータチャンバ14の短径の両端部近傍に、半径方向に並ぶ複数の導入孔106よりなる第1、第2導入孔群107、108が形成され、中継チャンバ20内の第1の降温降圧蒸気および第2の昇温蒸気がそれら導入孔群107、108を経てロータチャンバ14内に導入される。また第2半体9の主体11外周部において、ロータチャンバ14の長径の一端部と第2導入孔群108との間に、半径方向および周方向に並ぶ複数の導出孔109よりなる第1導出孔群110が形成され、また長径の他端部と第1導入孔群107との間に、半径方向および周方向に並ぶ複数の導出孔109よりなる第2導出孔群111が形成される。これら第1、第2導出孔群110、111からは、相隣る両ペー

ン42間での膨脹により、さらに温度および圧力が降下した第2の降温降圧蒸気が外部に排出される。

【0046】出力軸23等は水により潤滑されるようになっており、その潤滑水路は次のように構成される。即ち、図5および図6に示すように第2半体9の中空軸受筒22に形成された給水孔112に給水管113が接続される。給水孔112は、第2半体9側の軸受メタル25が臨むハウジング114に、またそのハウジング114は出力軸23の厚肉部分62に形成された通水孔uに、さらにその通水孔uは中空軸64の外周面母線方向に延びる複数の通水溝v（図14も参照）に、さらにまた各通水溝vは第2半体8側の軸受メタル25が臨むハウジング115にそれぞれ連通する。また出力軸23の厚肉部分62内端面に、通水孔uと、中空軸64および固定軸65の大径中実部66間の摺動部分とを連通する環状凹部wが設けられている。

【0047】これにより、各軸受メタル25および出力軸23間ならびに中空軸64および固定軸65間が水により潤滑され、また両軸受メタル25および出力軸23間の間隙からロータチャンバ14内に進入した水によって、ケーシング7と、シール部材44および各ローラ59との間の潤滑が行われる。

【0048】図7において、ロータ31の回転軸線Lに関して点対称の関係にある第1および第7ペーンピストンユニットU1、U7は同様の動作を行う。これは、点対称の関係にある第2、第8ペーンピストンユニットU2、U8等についても同じである。

【0049】例えば、図14も参照して、第1供給管94の軸線がロータチャンバ14の短径位置Eよりも図7において反時計方向側に僅かずれており、また第1ペーンピストンユニットU1が前記短径位置Eに在って、その大径シリンダ孔fには第1の昇温蒸気は供給されておらず、したがってピストン41およびペーン42は後退位置に在る、とする。

【0050】この状態からロータ31を僅かに、図7反時計方向に回転させると、第1シールブロック92の供給口90と通孔cとが連通して第1蒸発部205、したがって導入管80からの第1の昇温蒸気が小径孔bを通じて大径シリンダ孔fに導入される。これによりピストン41が前進し、その前進運動はペーン42がロータチャンバ14の長径位置F側へ摺動することによってロータ31の回転運動に変換される。通孔cが供給口90からずれると、第1の昇温蒸気は大径シリンダ孔f内で膨脹してピストン41をなおも前進させ、これによりロータ31の回転が続行される。この第1の昇温蒸気の膨脹は第1ペーンピストンユニットU1がロータチャンバ14の長径位置Fに至ると終了する。

【0051】このように第1の昇温蒸気の膨脹エネルギーは、機械エネルギーである出力軸23の回転エネルギーに変換される。したがって、シリンダ部材39、ピストン4

10

20

30

40

50

1, ベーン42, ロータ31およびケーシング7は第1エネルギー変換部207を構成する。

【0052】その後は、ロータ31の回転に伴い大径シリンドラ孔f内の第1の降温降圧蒸気は、ベーン42によりピストン41が後退させられることによって、小径孔b, 通孔c, 第1凹状排出部102, 第1排出孔104, 通路s (図6参照) および各通孔tを経て中継チャンバ20に排出される。中継チャンバ20において、第1の降温降圧蒸気に、第2蒸発部206から中継チャンバ20に導入された第2の昇温蒸気が合流し、その合流蒸気は、図5, 8に示すように、第1導入孔群107を通じてロータチャンバ14内に導入され、相隣する両ベーン42間でさらに膨脹してロータ31を回転させ、その後第2の降温降圧蒸気が第1導出孔群110より外部に排出される。

【0053】このように第1の降温降圧蒸気および第2の昇温蒸気よりなる合流蒸気の膨脹エネルギーは、機械エネルギーである出力軸23の回転エネルギーに変換される。したがって、ケーシング7, ロータ31およびベーン42は第2エネルギー変換部208を構成する。そして、第1および第2エネルギー変換部207, 208の両機械エネルギーは、出力軸23の回転エネルギーとして統合されている。

【0054】また小径孔b, 通孔c, 第1凹状排出部102 (第2凹状排出部103), 第1排出孔104 (第2排出孔105), 通路s, 各通孔t, 中継チャンバ20および第1導入孔群107 (第2導入孔群108) は、第1エネルギー変換部207の蒸気導出側と第2エネルギー変換部208の蒸気導入側とを接続する蒸気通路217を構成する。

【0055】なお、容積型膨脹機4は第1および第2の昇温蒸気のみに基づいて出力するタイプのものでもよい。また膨脹機は、好適には容積型膨脹機が好ましく、その膨脹機としては、前記ピストン/ベーン式のものに限らず、ベーン/ベーン式, ピストン/ピストン式等の容積型膨脹機も使用可能である。さらに、膨脹機は容積型に限らず、タービン式等の非容積型膨脹機でもよい。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、前記のように構成する

ことによって、運転により内燃機関に生じる少なくとも2つの昇温部から、それぞれ十分に廃熱を回収し、またそれら回収された熱エネルギーを効率良く機械エネルギーに変換し、さらにそれら機械エネルギーを統合して出力し得るようにした内燃機関の廃熱回収装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ランキンサイクルを適用した、内燃機関の廃熱回収装置の概略図である。

【図2】第1実施例の説明図である。

【図3】蒸発手段における蒸気導出口の温度とランキンサイクルの熱効率との関係を示すグラフである。

【図4】第2実施例の説明図である。

【図5】膨脹機の縦断面図で、図8の5-5線断面図に相当する。

【図6】図5の回転軸線周りの拡大断面図である。

【図7】図5の7-7線断面図である。

【図8】要部を拡大した図5の8-8線断面図である。

【図9】ロータチャンバおよびロータの断面形状を示す説明図である。

【図10】ベーン本体の正面図である。

【図11】ベーン本体の側面図である。

【図12】図10の12-12線断面図である。

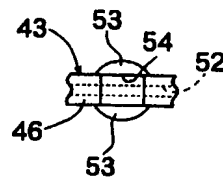
【図13】シール部材の正面図である。

【図14】図7の回転軸線周りの拡大図である。

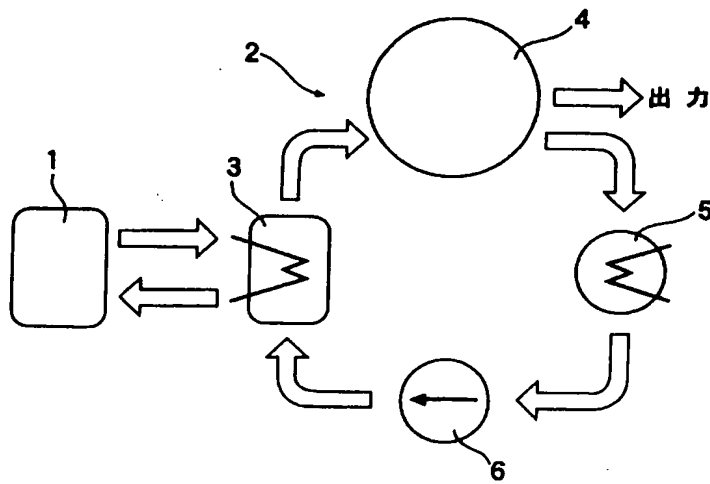
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 2 廃熱回収装置
- 3 蒸発手段
- 4 容積型膨脹機
- 5 凝縮器
- 6 供給ポンプ
- 202 排気ポート (第1昇温部)
- 203 燃焼室形成壁部 (第2昇温部)
- 205 第1蒸発部
- 206 第2蒸発部
- 207 第1エネルギー変換部
- 208 第2エネルギー変換部

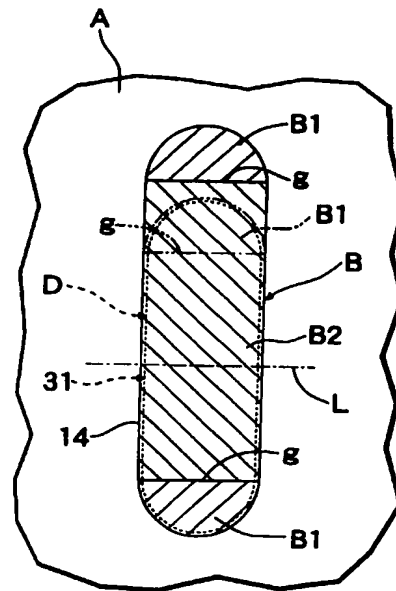
【図12】



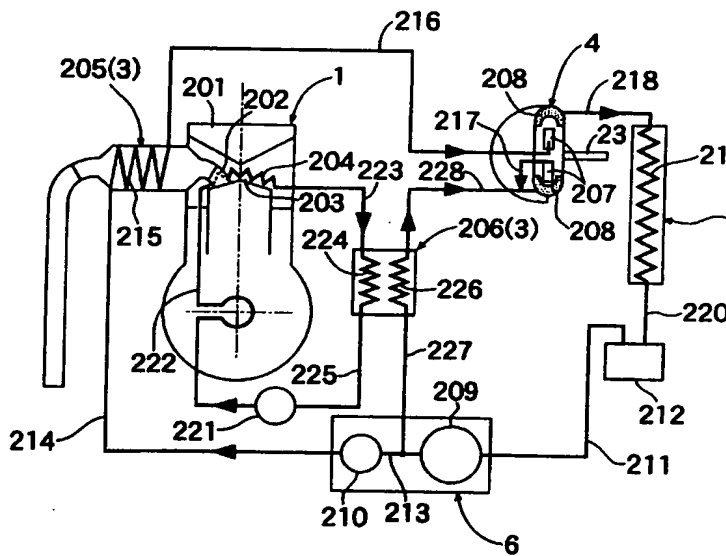
【図1】



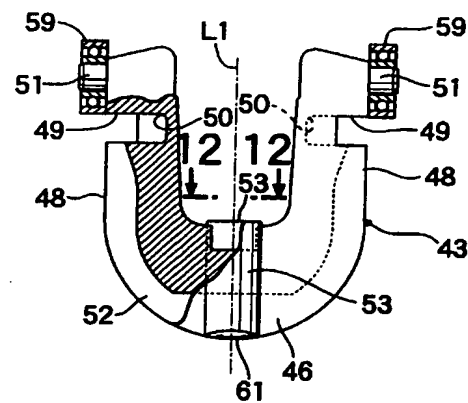
【図9】



【図2】

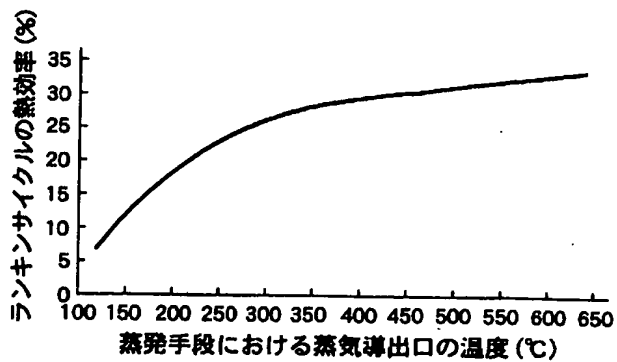


【図10】

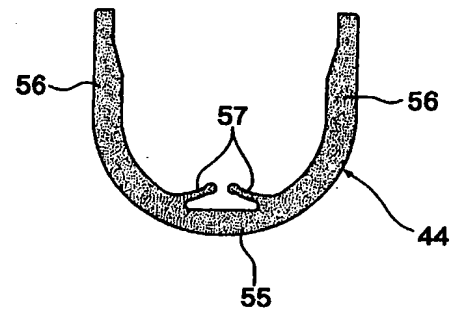
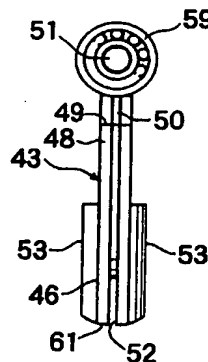


【図13】

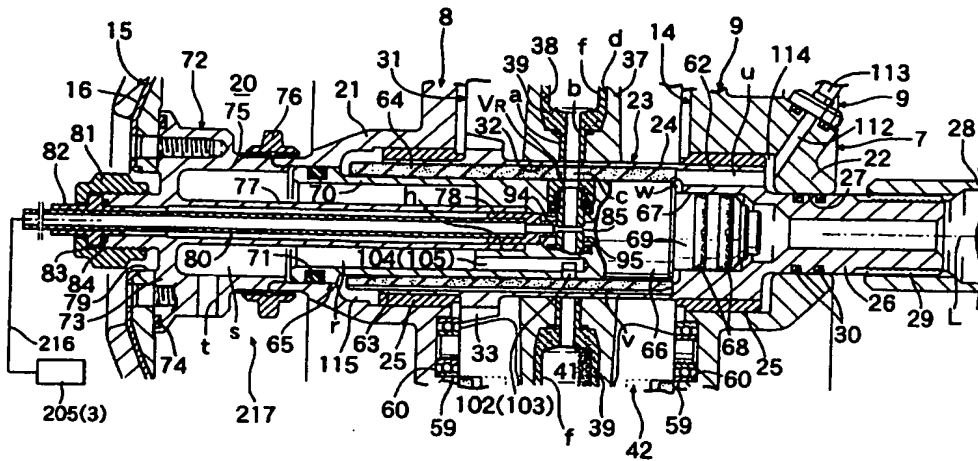
【図3】



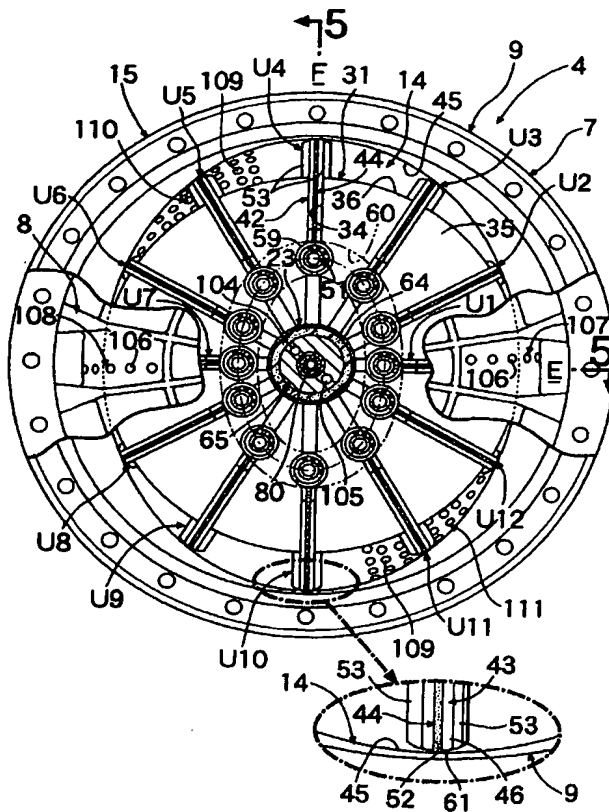
【図11】



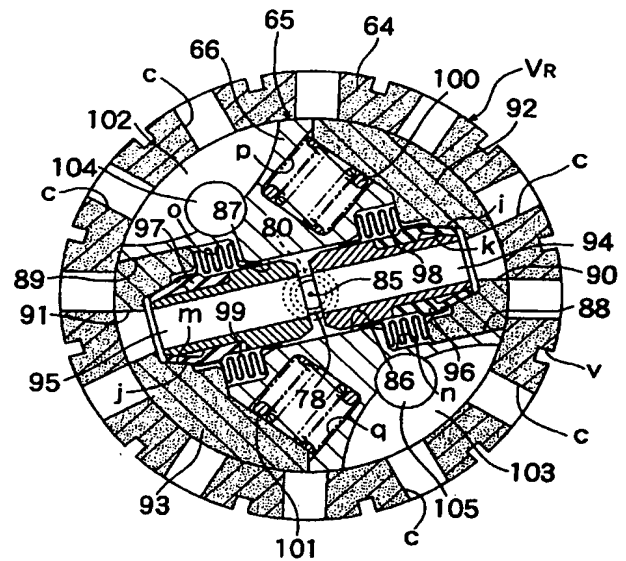
【図6】



【図8】



【図14】



(72)発明者 本間 健介

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.